

Библиографический список

1. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
2. Покрытия *Re-Therm*. Казань: ООО «Инновационные технологии», 2012. [Электронный ресурс] URL: www.re-therm.ru
3. М-001–2003. Метод постановки опыта и расчета коэффициента теплопроводности для сверхтонких тепловых изоляционных материалов, методические рекомендации по тепло-техническим расчетам. М.: ФГУП НИИ «Сантехники», 2003. 25 с.

ОЦЕНКА СХЕМНОЙ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЁТОМ ПЕРИОДОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Близнюк Д.И., Котов О.М.
УрФУ, d-i-b@inbox.ru, o.m.kotov@ustu.ru*

Для повышения объективности результатов оценки схемной надёжности электрических систем разрабатывается подсистема подготовки данных, учитывающая зависимость аварийности основного оборудования от продолжительности его эксплуатации. Функционирование данной подсистемы осуществляется в составе комплекса «Струна», созданного на кафедре АЭС УрФУ.

Расчётная схема для задачи оценки схемной надёжности соответствует главной схеме электрических соединений и содержит набор исходных параметров, в общем случае различный для соответствующих типов оборудования [1]. При этом для таких элементов расчётной схемы, как силовые трансформаторы, сборные шины, разъединители набор показателей составляют частота отказов и среднее время аварийного восстановления. Аварийность линий электропередач характеризуется раздельно частотой устойчивых и неустойчивых отказов, а модель надёжности силового выключателя характеризуется частотами отказов типа «короткое замыкание в обе стороны», «разрыв цепи» и относительной частотой неотключения коротких замыканий.

Центральным элементом подсистемы подготовки данных является база данных, состоящая из набора таблиц. В основной таблице перечисляются все категории элементов электрической сети, каждая из которых может иметь подкатегории. Например, категория «выключатели» (категория первого уровня) может иметь подкатегории «элегазовые», «масляные», «воздушные», «вакуумные» и т. д. (категории второго уровня). Вспомогательные таблицы содержат соответствующие показатели конкретной динамической модели. В итоге вся необходимая для расчётов надёжности статистика оказывается представленной в виде динамически обновляемой многоуровневой иерархической структуры.

Тестируемая версия подсистемы подготовки исходных данных ориентирована на представление хорошо известной «корытообразной» кривой частоты отказа технического изделия, которая может быть реализована как в линеаризованном, так и в полиномиальном варианте. В первом случае запись во вспомогательной таблице состоит из следующих полей:

- Значение показателя в период стабильной эксплуатации;
- Коэффициент наклона отрезка, соответствующего периоду приработки;

- Коэффициент наклона отрезка, соответствующего периоду старения;
- Год окончания периода приработки;
- Год начала периода старения.

Для исследования влияния динамически изменяющихся исходных показателей основного электротехнического оборудования на результирующую надёжность потребителей были выполнены расчёты фрагмента системы электропитания (рис. 1). Динамически изменяемые параметры были учтены у силовых трансформаторов и выключателей, которые внутри категорий синхронизированы по периодам эксплуатации: первый год (приработка), двадцать пятый год (стабильная работа) и сороковой год (старение).

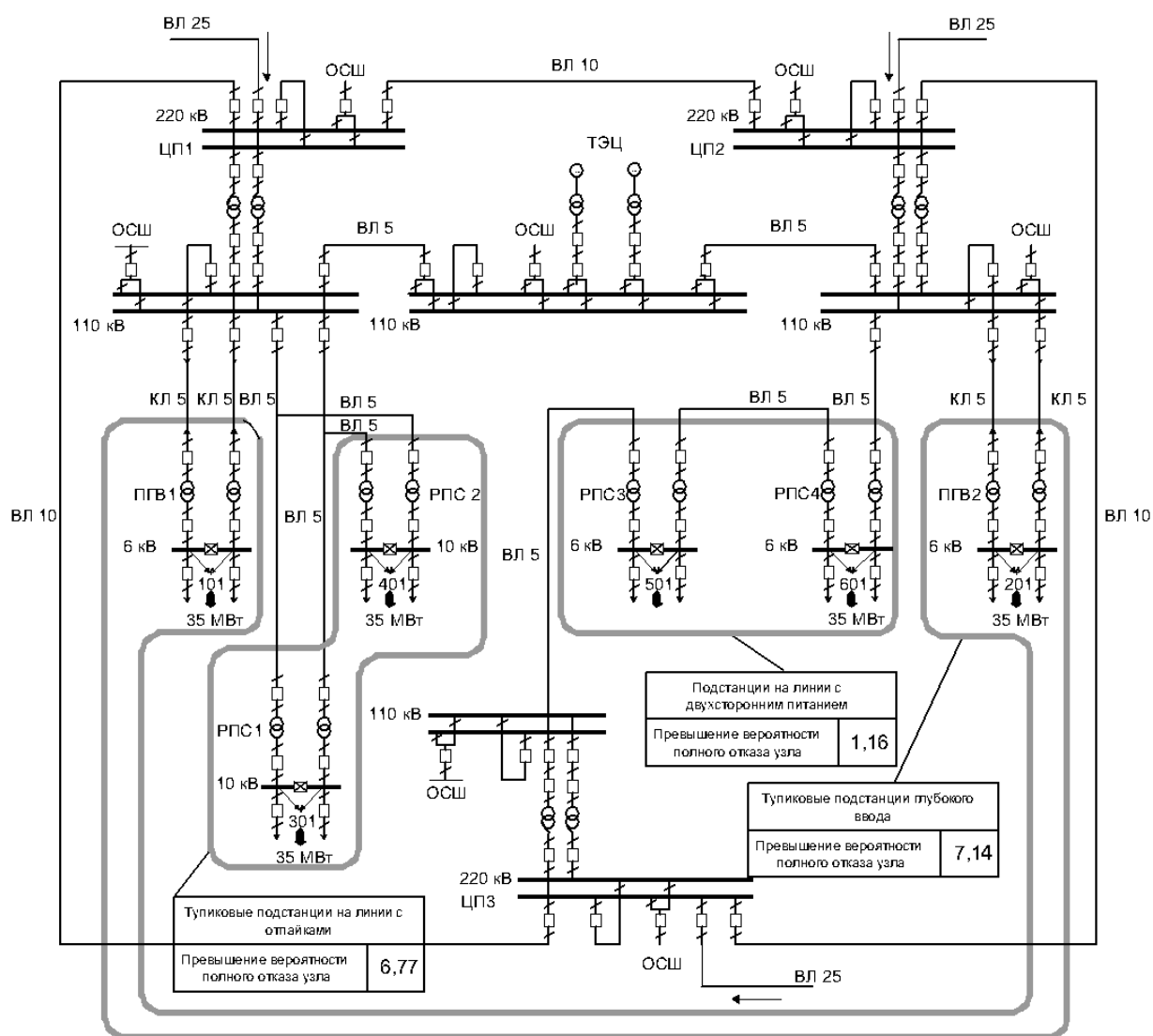


Рис. 1. Тестовая схема и основные результаты расчёта

При формировании динамических моделей исходных показателей надёжности [2, 3] были построены графические зависимости (рис. 2) и определены коэффициенты, характеризующие превышение значений показателей надёжности по сравнению с периодом стабильной эксплуатации. Для получения

величины искомого параметра надёжности в соответствующий период времени табличные значения [1] были взвешены соответствующими коэффициентами.

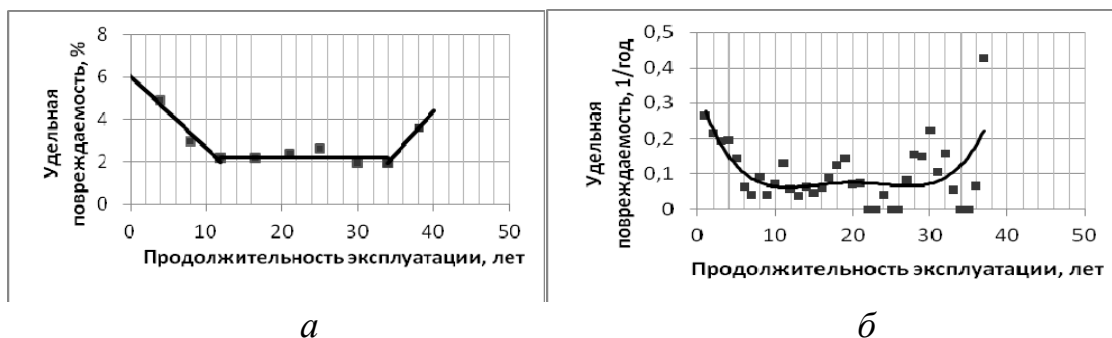


Рис. 2. Зависимости величины удельной повреждаемости силового трансформатора (а), воздушного выключателя (б)

На первом этапе были выполнены расчёты суммарного годового недоотпуска электроэнергии с шин всех потребительских подстанций рассматриваемой сети для всех сочетаний рассматриваемых периодов эксплуатации силовых трансформаторов и выключателей [4]. Максимальный недоотпуск имел место при наложении периода приработки силовых трансформаторов на период старения выключателей. На втором этапе было проанализировано влияние динамически изменяющихся показателей аварийности на различные типы потребительских подстанций при указанном сочетании периодов эксплуатации трансформаторов и выключателей (см. рис. 1).

Выводы. Степень влияния динамически изменяющихся исходных показателей надёжности основного оборудования на надёжность конечного потребителя системы электроснабжения зависит от типа подстанции. Учёт периодов эксплуатации оборудования в задаче оценки надёжности вариантов развития или модернизации реальных электрических систем позволить существенно расширить множество анализируемых вариантов и улучшить обоснованность принимаемых проектных решений.

Библиографический список

1. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. М.: ЭНАС, 2009. 392 с.
2. Львов М.Ю. Анализ повреждаемости силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше // Электричество. 2010. № 2. С. 27-31.
3. Абдурахманов А.М., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Влияние продолжительности эксплуатации на отказы выключателей в высоковольтных электрических сетях // Электрические станции. 2007. № 7. С. 59–63.
4. Близнюк Д.И., Котов О.М. Учёт периодов приработки и старения элементов электрических систем в задаче оценки схемной надёжности // Электроэнергетика глазами молодежи: научные труды III международной научно-технической конференции: сборник статей. В 2 т. Екатеринбург: УрФУ, 2012. Т. 1. С. 449-453.